

SKRIPSI

**SISTEM PROTEKSI MOTOR INDUKSI TIGA FASA
PENGASUTAN STAR DELTA BALIK PUTARAN
UNTUK MODUL PRAKTEK LABORATORIUM
INSTALASI TENAGA**

THREE PHASE INDUCTION MOTOR PROTECTION SYSTEM STAR
DELTA REVERSIBLE STARTING FOR POWER INSTALLATION
LABORATORY PRACTICE MODULE



Disusun:

KEVIN CHRISTIAN SAMBUR

NIM. 20023060

**POLITEKNIK NEGERI MANADO
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN
TEKNIK LISTRIK**

2024

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
ABSTRAK	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Masalah.....	2
1.4 Manfaat.....	2
1.4.1 Manfaat Teoritis	2
1.4.2 Manfaat Praktis.....	2
1.5 Batasan Masalah.....	3
1.6 Sistematika Penulisan.....	3
BAB II KAJIAN PUSTAKA.....	5
2.1 Motor Induksi Tiga Fasa	5
2.1.1 Karakteristik Kerja Motor Induksi Tiga fasa.....	6
2.1.2 Konstruksi Motor Induksi Tiga fasa.....	6
2.1.2.1 Stator	7
2.1.2.2 Rotor.....	9
2.1.3 Kelebihan dan Kekurangan Motor Induksi 3 Fasa	10
2.1.4 Fungsi Motor Induksi 3 Fasa.....	11
2.1.5 Prinsip Kerja Motor Induksi 3 Fasa	11
2.2 Sistem Pengasutan Motor Induksi 3 Fasa.....	12
2.2.1 Pengasutan Langsung (Direct On Line).....	13
2.2.2 Forward-Reverse	15
2.2.3 Star-Delta	17

2.3	Sistem Proteksi Motor Induksi 3 Fasa.....	23
2.3.1	Syarat Dasar Sistem Proteksi	23
2.3.2	Jenis-Jenis Gangguan Pada Motor Listrik	24
2.3.2.1	Beban Lebih (Mechanical Over Load)	24
2.3.2.2	Penyaluran Tenaga (Power Supply) Yang Tidak Normal	25
2.3.2.3	Gangguan Pada Motor Itu Sendiri.....	26
2.3.2.4	Kondisi Sekeliling Motor	26
2.4	Peralatan Panel Kontrol Star-Delta Balik Putaran	26
2.4.1	MCCB	27
2.4.1.1	Fungsi MCCB pada Panel Star-Delta Balik Putaran.....	27
2.4.1.2	Konstruksi MCCB.....	27
2.4.1.3	Prinsip Kerja MCCB	29
2.4.1.4	Kapasitas Arus MCCB.....	29
2.4.2	MCB 1 Fasa.....	30
2.4.2.1	Fungsi MCB 1 Fasa pada Panel Star-Delta Balik Putaran.....	31
2.4.3	Thermal Overload Relay (TOR)	31
2.4.3.1	Fungsi Thermal Overload Relay Pada Panel Star-Delta Balik Putaran	32
2.4.3.2	Konstruksi Thermal Overload Relay	32
2.4.3.3	Prinsip Kerja Thermal Overload Relay (TOR)	33
2.4.3.4	Kapasitas Arus Thermal Overload Relay.....	34
2.4.4	Phase Failure Relay (PFR)	34
2.4.4.1	Fungsi Phase Failure Relay pada Panel Star-Delta Balik Putaran	35
2.4.4.2	Konstruksi Phase Failure Relay	35
2.4.4.3	Wiring Diagram Phase Failure Relay.....	36
2.4.4.4	Prinsip Kerja Phase Failure Relay	37
2.4.5	Over Current Relay (OCR)	37
2.4.5.1	Fungsi Over Current pada Panel Star-Delta Balik Putaran	38
2.4.5.2	Prinsip Kerja Over Current Relay	38
2.4.5.3	Wiring Diagram Over Current Relay	39
2.4.5.4	Kapasitas Arus Over Current Relay	40
2.4.6	Kontaktor	41
2.4.6.1	Fungsi Kontaktor Pada Panel Star-Delta Balik Putaran.....	41

2.4.7 Timer On Delay	42
2.4.7.1 Fungsi Timer On Delay Pada Panel Star-Delta Balik Putaran	42
2.4.8 Lampu Tanda.....	43
2.4.8.1 Fungsi Lampu Tanda pada Panel Star-Delta Balik Putaran	43
2.4.9 Push Button	44
2.4.9.1 Fungsi Push Button Pada Panel Star-Delta Balik Putaran	45
2.4.10 Kabel NYAF.....	46
2.4.10.1 Fungsi Kabel NYAF pada Panel Star Delta Balik Putaran	47
2.4.11 Current Transformer (CT)	47
2.4.11.1 Fungsi CT pada Panel Star-Delta Balik Putaran	48
2.4.12 Terminal Blok.....	48
2.4.12.1 Fungsi Terminal Blok pada Panel Star-Delta Balik Putaran.....	49
2.4.13 Busbar Pentanahan.....	49
2.4.13.1 Fungsi Busbar Pentanahan Pada Panel Star-Delta Balik Putaran	50
2.4.14 Fuse Holder dan Fuse Link	50
2.4.14.1 Fuse Holder	50
2.4.14.2 Fuse Link	51
2.4.14.3 Fungsi Fuse Holder dan Fuse Link pada Panel Star-Delta Balik putaran	52
2.4.15 Power Meter.....	52
2.4.15.1 Fungsi Power Meter pada Panel Star-Delta Balik Putaran.....	52
2.4.16 Cos Phi(ϕ) Meter.....	53
2.4.16.1 Fungsi Cos Phi(ϕ) pada Panel Star-Delta Balik Putaran.....	54
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	55
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	55
3.1.1 Tempat.....	55
3.1.2 Waktu	55
3.2 Material, Alat Kerja dan Alat Pengukuran	55
3.2.1 Material Yang Digunakan	56
3.2.2 Alat Kerja Yang Digunakan	57
3.2.3 Alat Pengukuran	58
3.3 Metode dan Jenis Penelitian	59
3.4 Prosedur Penelitian.....	59

3.5 Diagram Blok Sistem	61
3.6 Konseptual Perancangan	62
3.6.1 Kerangka Konseptual Perancangan	63
3.7 Perancangan Panel Kontrol	64
3.7.1 Gambar Desain Panel	64
3.7.2 Diagram Daya dan Diagram Kontrol	66
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	72
4.1 Pembuatan Panel Kontrol	72
4.1.1 Panel Kontrol Star-Delta Balik Putaran	77
4.2 Pengujian Alat	80
4.2.1 Pengujian Starting Motor Dengan Pengasutan Star-Delta Balik Putaran	80
4.2.1.1 Starting Putar Kanan	81
4.2.1.1.1 Starting Putar Kanan Kondisi Star/Wye (Y)	81
4.2.1.1.2 Starting Putar kanan Kondisi Delta (Δ)	82
4.2.1.2 Starting Putar Kiri	83
4.2.1.2.1 Starting Putar Kiri Kondisi Star/Wye (Y)	83
4.2.1.2.2 Starting Putar Kiri Kondisi Delta (Δ)	84
4.2.2 Pengujian Phase Failure Relay (PFR)	85
4.2.2.1 Setting Phase Failure Relay	85
4.2.2.2 Phase Failure Relay Mendeteksi Tertukarnya Fasa	86
4.2.2.3 Phase Failure Relay Mendeteksi Hilangnya Fasa	87
4.2.2.4 Phase Failure Relay Mendeteksi Tegangan Lebih (Over Voltage)	87
4.2.2.5 Phase Failure Relay Mendeteksi Tegangan Kurang (Under Voltage)	88
4.2.2.6 Tampak Depan Panel Saat Phase Failure Relay Mendeteksi Gangguan	89
4.2.3 Pengujian Over Current Relay (OCR)	89
4.2.3.1 Setting Over Current Relay	89
4.2.3.2 Over Current Relay Mendeteksi Gangguan	90
4.2.3.3 Tampak Depan Panel Saat Over Current Relay Mendeteksi Gangguan	91
4.3 Hasil	92
4.3.1 Hasil Pengujian Star-Delta Putar Kanan	92
4.3.2 Hasil Pengujian Star-Delta Putaran Kiri	93
4.3.3 Hasil Pengujian Phase Failure Relay (PFR)	94

4.3.3.1 Over Voltage	95
4.3.3.2 Under Voltage	95
4.3.4 Hasil Pengujian Over Current Relay (OCR)	96
4.4 Analisa Data	97
4.4.1 Data Motor Induksi 3 Fasa	97
4.4.2 Analisa Kapasitas dan Setting Peralatan Proteksi Panel Star-Delta Balik Putaran	98
4.4.2.1 Thermal Overload Relay (TOR)	99
4.4.2.1.1 Analisa Kapasitas Thermal Overload Relay	99
4.4.2.1.2 Analisa Arus Setting Thermal Overload Relay	99
4.4.2.2 Over Current Relay (OCR)	100
4.4.2.2.1 Analisa Kapasitas Over Current Relay	100
4.4.2.2.2 Analisa Arus Setting Over Current Relay	101
4.4.2.3 MCCB	101
4.4.2.4 Phase Failure Relay (PFR)	103
4.4.2.4.1 Setting Over Voltage	103
4.4.2.4.2 Setting Under Voltage	103
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	104
5.1 Kesimpulan	104
5.2 Saran	104
DAFTAR PUSTAKA	105
Lampiran	107



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Motor Induksi 3 fasa merupakan alat penggerak yang banyak digunakan dalam dunia perindustrian. Hal tersebut dikarenakan motor ini mempunyai harganya relatif murah, kokoh, konstruksi yang sederhana, serta perawatannya yang mudah. Namun dalam pemakaiannya terdapat permasalahan di fasa awal. Yaitu lonjakan arus starting yang diterima rotor atau lilitan pada motor induksi tiga fasa secara konstan dan dalam waktu yang lama akan merusak belitan motor. Pada kebanyakan motor induksi terutama motor induksi tiga fasa, arus starting bisa mencapai empat sampai tujuh kali dari besar arus nominalnya. Sehingga apabila hal ini terjadi di dunia perindustrian yang mayoritas menggunakan motor-motor dengan Torsi Horse Power yang besar, memungkinkan dapat terjadi lonjakan arus starting yang lebih besar dan ini tidak dapat diperkenankan, karena dapat mengganggu jaringan dan dapat merusak motor itu sendiri. Pengasutan star-delta balik putaran adalah metode pengaturan awal (starting) motor listrik yang umum digunakan untuk mengurangi lonjakan arus saat motor dihidupkan. Metode ini membantu melindungi motor, sistem kelistrikan dan menjaga stabilitas keandalan komponen-komponen listrik lainnya terkait dari dampak arus awal yang tinggi. Laboratorium Instalasi Tenaga merupakan tempat fasilitas penunjang yang digunakan untuk praktikum dan pengujian terkait dengan mata kuliah instalasi tenaga listrik seperti pengoperasian motor listrik dengan kendali elektromekanik dan elektromagnetik. Dengan pengembangan yang sesuai, diharapkan Jurusan Teknik Elektro Program Studi Teknik Listrik Politeknik Negeri Manado dapat merancang panel star-delta balik putaran untuk meningkatkan pengalaman pembelajaran mahasiswa, dan mempersiapkan lulusan dengan keterampilan yang sesuai dengan tuntutan industri. Penelitian ini juga dapat memberikan keuntungan bagi insitusi pendidikan Politeknik Negeri Manado apabila ada industri yang tertarik dengan panel star-delta balik putaran khususnya yang dibuat mahasiswa Politeknik Negeri Manado.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka rumusan masalah adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana rangkaian panel kontrol star-delta balik putaran?
2. Menentukan kapasitas peralatan dan settingan relay proteksi yang sesuai untuk menjamin keamanan dan keandalan motor induksi tiga fasa selama proses pengasutan star – delta balik putaran?

1.3 Tujuan

1. Mengimplementasikan panel kontrol star-delta balik putaran di laboratorium instalasi tenaga.
2. Memahami analisa dan setting peralatan proteksi untuk motor induksi 3 fasa 30KW agar mendapatkan proteksi yang sesuai dengan standar industri.

1.4 Manfaat

1.4.1 Manfaat Teoritis

1. Penelitian ini diharapkan berguna sebagai pengembangan konsep pengasutan Star-Delta balik putaran untuk motor induksi.
2. Dapat menjadi referensi bacaan dan informasi khususnya bagi para mahasiswa teknik elektro yang akan menempuh tugas akhir dengan pokok permasalahan yang sama

1.4.2 Manfaat Praktis

1. Menjamin bahwa sistem proteksi panel kontrol beroperasi dalam batas kapasitas yang aman, mengurangi risiko kegagalan atau gangguan yang dapat merugikan sistem dan peralatan.
2. Mempermudah kedepannya bagi mahasiswa Politeknik Negeri Manado khususnya Program Studi Teknik Listrik dalam pelaksanaan praktek Motor Induksi di Laboratorium Instalasi Tenaga.

1.5 Batasan Masalah

1. Penelitian ini hanya akan berfokus pada sistem proteksi yang ada pada panel Star - Delta balik putaran.
2. Alat proteksi yang dibahas dalam penelitian dibatasi hanya MCCB, Thermal Overload Relay, Over Current Relay, dan Phase Failure Relay.

1.6 Sistematika Penulisan

Untuk memudahkan pembaca dalam memahami tujuan penelitian. Sistematika penulisan penelitian ini disusun secara sistematis, dengan harapan pembaca dapat mengerti alur pemikiran yang terkandung dalam tulisan ini. Sistematika penulisan disusun sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisi latar belakang masalah, perumusan masalah, tujuan, manfaat, batasan masalah dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisikan landasan teori yang menjadi dasar teori dari tiap variabel yang digunakan pada penelitian ini, hasil penelitian relevan dari penelitian serupa, dan kerangka berpikir.

BAB III METODOLOGI

Bab ini berisikan tanggal dan waktu, alat dan bahan, prosedur penelitian (Metode dan jenis penelitian, prosedur penelitian, perancangan rangkaian daya & kontrol, rencana pengujian dan analisa data.) dan jadwal kegiatan.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Merupakan bagian pembahasan, yang berisi tentang pembuatan alat, pengujian alat, hasil dan analisa.

BAB V PENUTUP

Merupakan bagian penutup yang berisikan kesimpulan yang diperoleh dari hasil analisis pada bab sebelumnya serta saran penulisan penelitian.

